



UNIVERSIDAD ANDINA
SIMÓN BOLÍVAR
Ecuador

Paper Universitario

TÍTULO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN TRES AGROSISTEMAS: TRADICIONAL, ORGÁNICO Y CONVENCIONAL

AUTORES

Doris Guilcamaigua y Edwin Chancusig,

**Doris Guilcamaigua es investigadora del Programa Andina
EcoSaludable, del Área de Salud, Universidad Andina Simón
Bolívar, Sede Ecuador**

Quito, 2019

DERECHOS DE AUTOR:

El presente documento es difundido por la **Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador**, a través de su **Boletín Informativo Spondylus**, y constituye un material de discusión académica.

La reproducción del documento, sea total o parcial, es permitida siempre y cuando se cite a la fuente y el nombre del autor o autores del documento, so pena de constituir violación a las normas de derechos de autor.

El propósito de su uso será para fines docentes o de investigación y puede ser justificado en el contexto de la obra.

Se prohíbe su utilización con fines comerciales.

“

Evaluación de la calidad del agua de riego en tres agroecosistemas: tradicional, orgánico y convencional

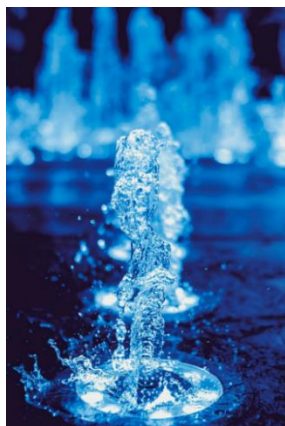
Doris Guilcamaigua¹, Edwin Chancusig²

¹Universidad Andina Simón Bolívar

²Universidad Técnica de Cotopaxi

e-mail¹: doris.guilcamaigua@uasb.edu.ec

”



Fuente: Pexels. Gabriel Peter

Resumen

La agricultura en el Ecuador durante las últimas décadas ha adoptado modelos externos que responden a la lógica del mercado y a la acumulación de capital. Esta situación genera procesos que dislocan los modos de vida agrarios, implicando mutaciones en las esferas de la producción, el consumo, la organización, la cultura y las relaciones ecológicas; imposibilitando la construcción de una agricultura

Ciencias agronómicas, 31. Química de la agricultura, 3101

Tablet School Journal. e-ISSN: 2661-6505. Nr.: 003. Vol.: 001. Art.: 2019-31-3101-0004. Fecha: Jun. 2019

www.tablet-school.com

Copyright © 2019 Tablet School®. Todos los derechos reservados.

sustentable, solidaria, soberana y biosegura. Las formas de apropiación y de artificialización de los ecosistemas en los modelos modernos difieren de las formas locales de hacer agricultura. La evaluación de la calidad del agua (componente vital del agroecosistema) en función del proceso de apropiación de los ecosistemas y por tanto del modelo y propuesta tecnológica agrícola en uso, permite visibilizar parte del impacto en la salud del ecosistema. En este estudio se analiza la calidad del agua de tres tipos de agroecosistemas familiares (tradicional, orgánico y convencional) en Chimborazo, Ecuador. La metodología se basa en: caracterización de agroecosistemas, análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos en muestras de agua para riego; y revisión frente a la normativa ambiental. El agroecosistema tradicional AT produce diversidad de cultivos con técnicas locales; bajo régimen de secano (almacena agua lluvia). El agroecosistema convencional AC produce hortalizas con técnicas modernas; cuenta con agua para riego. El agroecosistema orgánico AO produce hortalizas con principios orgánicos; el riego proviene de fuentes subterráneas. Los resultados muestran que la calidad del agua varía en torno a la propuesta tecnológica en uso y a la lógica del sistema agrícola de la zona. El AC presenta niveles altos de contaminación del agua; requiere de la implementación urgente de acciones.

Palabras Clave: agroecosistemas, orgánico, tradicional, convencional, calidad del agua.

Introducción

La producción de alimentos en la actualidad debe cumplir con el reto de alimentar a una creciente población y a la vez hacerlo con el mínimo impacto ambiental [1]. La proyección es hacia producir la mayor cantidad con menos recursos. En este contexto, el agua para riego juega un papel estratégico en el incremento de la producción de alimentos.

No obstante, en Ecuador se observa que en las últimas décadas se intensificó el uso del agua para la agricultura y se masificaron los productos destinados a la agroexportación, en el afán de incrementar las ganancias de los grandes capitales. Hoy, casi toda la superficie de cultivos de exportación está bajo riego, mientras que, en la producción campesina, no se llega ni a la mitad del

área cultivada con agua de riego [2]. En lo que es evidente una subsunción formal directa y actual del agua por el capital [3].

En esta lógica se profundizó la adopción de modelos de producción externos ligados a la productividad en el corto plazo, es decir, los modelos que imitan los patrones de la agricultura industrial. Sus esquemas epistemológicos y culturales no solo trastocaron los modos de vida de los colectivos agrarios [4], sino que, con sus modernas tecnologías de carácter intensivo y el uso de paquetes tecnológicos de origen sintético, expusieron a los colectivos agrarios a las externalidades ambientales. Los residuos y derivados de estas formas de producir terminaron comprometiendo además la capacidad de regeneración de los agroecosistemas.

Sin embargo, aún son pocas las evaluaciones y estudios que muestran la relación entre los modos de producción o de hacer agricultura (locales y foráneos) y sus efectos en la salud de los agroecosistemas. Continuamente se asocia los impactos ambientales de los desequilibrios ecológicos con la intensificación de producción de alimentos [5]. En el ámbito de la agricultura familiar campesina, pocos estudios han evaluado la adopción de los modelos modernos frente a los modelos locales y sus implicancias en la salud de los agroecosistemas como expresiones concretas de sus modos de vida.

El objetivo del presente estudio, es, por tanto, el de evaluar la calidad de uno de los componentes vitales de los agroecosistemas –el agua– en función del modelo y propuesta tecnológica agrícola en uso, visible en este caso, en tres tipologías (tradicional, orgánico y convencional), en el contexto de la modelo de agricultura familiar campesina en los Andes centrales del Ecuador. Se asume que los modelos foráneos de agricultura con sus patrones de producción desequilibran los agroecosistemas en sus distintos componentes, generando externalidades con expresiones concretas, en este caso con la alteración de los componentes físicos, químicos y biológicos del agua. Estas dislocaciones tienen efectos en la salud de los ecosistemas. En contraste, las propuestas de agricultura local o las que mantienen principios ecológicos, están asociadas a una lógica circundante que preserva la calidad de agua para riego, visible en la no alteración de la integralidad de sus parámetros. Se pretende, en este sentido, aportar con elementos a la posibilidad de construir una agricultura

soberana, solidaria, sustentable y biosegura, como requisitos de una agricultura para vida [6].

Evaluar diferentes propuestas de producción implica considerar las diferentes formas de artificialización los ecosistemas, e implica retomar la relación sujeto - objeto como una dialéctica de las partes constitutivas de la naturaleza, puesto que, “en tanto el hombre actúa exteriormente sobre la naturaleza y la modifica, modifica al mismo tiempo a su propia naturaleza” [7]. Desde esta perspectiva y considerando uno de los cinco procesos del metabolismo social agrario - la apropiación-, existen tres formas básicas de intervención en los espacios rurales, cada una de las cuales termina afectando y mostrando expresiones espaciales de manera diferente en los ecosistemas. La apropiación en el primer caso se realiza sin provocar cambios en la estructura y dinámica de los ecosistemas. En el segundo caso los actos de apropiación desorganizan los ecosistemas introduciendo especies domesticadas. En el tercer caso la apropiación tiene que ver con la implementación de una lógica industrial, en el que se introducen insumos de origen sintético y que desequilibran los ecosistemas [8].

Las formas diferentes de intervención en los ecosistemas se concretan y expresan en las diferentes formas de hacer de agricultura y por tanto en las diferentes tipologías de agroecosistemas. Según Pretty en 1995, tres tipos de agricultura se distinguen producto de la modernización de espacios rurales del mundo ocurrida a mitad del siglo XX, que hoy en día estarían vigentes: (1) La agricultura industrial (2) Las prácticas agrícolas de la llamada Revolución Verde y (3) Los sistemas agrícolas tradicionales, la agricultura indígena o los sistemas agrícolas de alta complejidad” [9]. (Víctor Manuel Toledo y Barrera-Bassols 2008, 49-50). Tipologías que, en función del contenido de sus propuestas, en una visión dialéctica, tienen relación directa con la salud de la población, con la salud de los agroecosistemas y en ellos, con uno de sus componentes vitales: el agua.

Al establecer la diferenciación en cuanto a sus propuestas, se encuentra que en los sistemas de producción convencionales ligados a tecnologías provenientes de la llamada Revolución Verde (RV), la instalación de fincas se realiza a

costa de la integridad de los ecosistemas o utilizando monocultivos e insumos que demandan altas cantidades de energía [10].

En contraste, en los sistemas tradicionales, la tierra se trabaja con técnicas e insumos del medio adaptados a las condiciones locales. Estos sistemas han sido establecidos en base a un conocimiento técnico- empírico que la cultura campesina, indígena e indo- mestiza ha heredado por generaciones, y ha alimentado con la observación, recolección y permanente reflexión sobre los fenómenos de la producción” [11].

De entre las tendencias que surgen frente a la problemática de los impactos generados por la agricultura moderna, según Gortaire 2017 [12]. se encuentran los sistemas orgánicos, en los que, según Altieri 1999 [13], la propuesta es evitar o excluir totalmente los fertilizantes y pesticidas sintéticos de la producción agrícola; en lo posible se realiza la producción con el reemplazo de fuentes externas tales como sustancias químicas y combustibles adquiridos comercialmente, por recursos que se obtienen dentro del mismo predio o en sus alrededores.

Los sistemas de producción y las dinámicas que en ellos ocurren, pueden ser dimensionados y evaluados en sus aspectos ambientales, económicos y sociales. En sus aspectos ambientales los componentes suelo, agua, biomasa constituyen parte de la integralidad del agroecosistema. La salud del agua es una base estructural para la producción de alimentos y desde la perspectiva del metabolismo social agrario, estaría reflejando los efectos de los tipos de formas de apropiación de los ecosistemas.

Debido a la generalizada utilización de agroquímicos, existe actualmente creciente preocupación por la contaminación de las fuentes de agua de las que depende la vida. Por ello es ideal realizar evaluaciones complejas, que incluyan variables tanto estructurales como funcionales y que permitan una comprensión más cercana del estado real del agua como sistema de soporte de vida dentro de un agroecosistema [14]. Según Bojórquez en 2008, luego de la disponibilidad del agua, el factor más importante es su calidad (química y agronómica). En las condiciones actuales del campo agrario, es importante además la calidad agronómica determinada por: cultivo a regar, condiciones climatológicas,

métodos de riego, condiciones de drenaje del suelo y prácticas de manejo de agua, suelo y plantas”, según Aceves en el 2011 [15].

La calidad del agua se define por algunas de sus características químicas, físicas y biológicas que emergen del como indicadores de problemas en su calidad cuando ésta se usa por periodos prolongados, según Ayers y Westcot 1994. Las principales variables para clasificar la calidad del agua desde una perspectiva agrícola son: a) concentración de sólidos disueltos o sales; b) presencia relativa de sodio; c) contenido de carbonatos y bicarbonatos; d) concentración de otros iones específicos como cloro y boro y e) presencia y concentración de Fe y Mn”, según Castellanos et al. (2002). Gómez et al., 2015 [15], en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador, TULSMA, se pueden encontrar los valores referencia para parámetros de calidad de agua para uso en actividades agrícolas y pecuarias (Libro VI). Otra forma de evaluar es partir de los criterios de calidad de agua de la OMS [16].

Evaluar la calidad del agua en agroecosistemas de la agricultura familiar -que difieren en su propuesta de producción- permite explorar los efectos de las formas de apropiación de los ecosistemas y por tanto las amenazas en torno a la biocapacidad y sustentabilidad de los sistemas, así como las posibilidades de propuestas generadas desde los modos locales de hacer agricultura (tradicional), y desde los modos que tienen en su base el uso de insumos del medio en base a principios ecológicos (orgánica), frente a la propuesta de agricultura convencional o moderna..

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en los cantones Colta, Guamote y Riobamba (Chimborazo, Ecuador), comparando la calidad del agua de riego, en tres unidades productivas agrícolas UPA o agroecosistemas con diferentes propuestas de producción (tradicional, orgánica y convencional). El área de estudio está sobre los 3000 msnm, con una precipitación media anual de 694,1 mm concentrada en los meses de febrero, abril y noviembre; la temperatura media anual es de 13,9o C, con mínimas de 8o C y máximas de 21o C; la humedad ambiental promedio es del 72 %.

El clima es ecuatorial mesotérmico seco. En cuanto al relieve, se trata de laderas de montaña con diferentes pendientes, según fuentes del INHAMI [17].

Diseño del estudio

Metodológicamente este estudio se basó en el Análisis de Sistemas [18], con un diseño Ex-post facto retrospectivo, tres tratamientos: Agroecosistema convencional (AC), Agroecosistema orgánico (AO) y Agroecosistema tradicional (AT) y un muestreo razonado (no aleatorio). Se recurre al uso de indicadores físicos, químicos y biológicos y la normativa vigente, para la evaluación de la calidad del agua. Figura 1. La información bibliográfica necesaria se obtuvo mediante búsquedas en revistas especializadas; los datos de campo se obtuvieron mediante recorridos en la zona, observación participante, entrevistas a familias y análisis de muestras en laboratorio.

Identificación y caracterización de tipologías de los agroecosistemas

Los agroecosistemas difieren entre sí: el agroecosistema tradicional (AT) funciona con una propuesta de producción desarrollada in situ, acorde a lo descrito por Sánchez Escudero [11] y Altieri Miguel 1999 [13], y se ubica en la comunidad Achullay San Agustín (cantón Guamote). El agroecosistema orgánico (AO) presenta una propuesta con principios de producción ecológica, acorde a lo mencionado por Altieri 1999 [13] y se encuentra en el barrio Santa Teresita (cantón Guano). El agroecosistema convencional (AC) presenta características provenientes de una propuesta tecnológica de la llamada Revolución Verde, como la mencionada por Córdova Vargas C, León Sicard T 2013 [10], y se ubica en la comunidad San Antonio (cantón Riobamba). Cada agroecosistema tipo es característicos de la realidad de una zona, no son exclusivos en su propuesta y una lógica contextual. Los casos seleccionados son representativos de su tipo en la zona, según las instituciones de desarrollo rural Heifer Ecuador, FOIJAG y CEDEIN, quienes trabajan en el área en un promedio de dos décadas.

Evaluación de la Calidad del agua

La evaluación se realizó según procedimientos establecidos en García Alvaro (2016,3) y Gómez [15]:

a. Muestreo puntual en sitios de agua circundante en la UPA, en base a normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización, (2013); b. Análisis de laboratorio de parámetros físicos - químico y microbiológico (pH, coliformes, sólidos disueltos, nitritos, nitratos y salinidad); c. Análisis de resultados en base a normas y criterios establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, TULSMA. Libro VI. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. Anexo I. (Ministerio del Ambiente del Ecuador 2015); y parámetros en base a la Guía para la calidad del agua potable de la OMS [16].

Para el A0, las muestras se tomaron en la fuente proveniente del agua subterránea, en su ingreso al tanque reservorio. Para el AT, las muestras para el análisis del agua fueron tomadas del tanque que el agricultor destina para el riego de hortalizas, el mismo que proviene de la recolección del agua lluvia. Cabe recordar que al ser un sistema de secano, la finca depende únicamente del régimen de precipitaciones. Para el AC, las muestras se tomaron del canal de riego circundante.

Comparación de Tratamientos

Se realizó la comparación en base a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características del agua que hacen el sistema vulnerable? El tipo de parámetros evaluados fueron seleccionados en base interés de los actores vinculados al tema y a la disponibilidad de métodos e información.

El presente estudio no podrá ser utilizado para generalizar la realidad agrícola en el país, pues se trata de únicamente de 3 estudios de caso, situados en un contexto particular.

Parámetros para evaluar calidad del agua	Unidad	Tratamientos			Normativa (límites permisibles)	
		AO	AT	AC	Grado de restricción. TULSMA	Valores máximos permisibles. TULSMA
Potencial de Hidrógeno	---				Tabla 7	Tabla 8
Coliformes totales	UFC/100 mL					Tabla 6.
Coliformes fecales	UFC/100 mL					Tabla 8
Nitratos	mg/L				Tabla 7	Tabla 8
Nitritos	mg/L				---	Tabla 8
Sólidos disueltos totales	mg/L				Tabla 7	Tabla 6
Salinidad*	ppt				---	

Figura 1. Diseño del estudio. ppt = partes de impureza por mil partes de agua, UFC = unidades formadoras de colonias, nmp = número más probable.

Resultados obtenidos

Respecto al uso actual del suelo, en Chimborazo, el 25,31 % están bajo aprovechamiento agropecuario; 0,76 % con cultivos permanentes; 13,73 % con cultivos transitorios; 10,83 % con pastos; 3,20 % con montes y bosques; y 21,25 % con páramos. El 50,3 % están sin uso, o no son aprovechables. El 12,9 % de la tierra posee riego. Los sistemas de riego Riobamba (Chambo), Nitiluisa y Chingazo-Pungal; cubren una superficie de riego de 5.700 ha y, a corto plazo se prevé un incremento de 6.300 ha con la ampliación de riego de Riobamba. En estas zonas bajo riego predominan las hortalizas (Chambo y parcialmente Riobamba), pastos y alfalfa; y en las tierras de secano, cereales. A nivel rural, la agricultura es la actividad más estable ya que las familias involucradas en esta rama desempeñan su trabajo por cuenta propia, la cual está ligada a la propiedad de la tierra; sin embargo, las nuevas generaciones ya no desean dedicarse a esta actividad. La tendencia económica predominante de la zona en estudio es la pequeña producción agropecuaria en parcelas individuales, manejadas sobre la base del uso intensivo de la fuerza de trabajo familiar y la rotación de parcelas y cultivos. Es una modalidad de economía campesina sustentada en la “aversión al riesgo”, en virtud de la cual las familias indígenas combinan las actividades agropecuarias destinadas al autoconsumo y

al mercado provincial y local y en las actividades extra agrícolas como el migrar a otras ciudades a vender su fuerza de trabajo. Existe alta concentración poblacional e impera el minifundio (96,2 % de las UPAs corresponde al estrato de 0-10 ha), especialmente en las parroquias periféricas de Riobamba. Es de resaltar que existe un porcentaje significativo de UPAs "sin tierra" que dependen de la producción ganadera.

Características generales de los agricultores

En la Tabla 1 se resumen los principales rasgos o características de orden socioeconómico de los agricultores que participaron en este estudio. A partir del análisis se puede hacer las siguientes observaciones: Son familias constituidas por padres e hijos, en los casos AT y AC destaca la juventud de los agricultores cabeza de hogar, en los tres casos los hijos manifiestan desear continuar trabajando en las UPAs. El tiempo de residencia en la AC es mayor (20 años), se trata de una familia que inició la vida laboral en la agricultura desde edades muy tempranas. Las UPAs en los tres casos son de tenencia propia, en los AT y AC la superficie no supera las 10 ha y están en uso en el 100 % de su superficie, mientras que en el AO la superficie es de 20 ha, de ella solo 4 ha bajo cultivo. Los ciclos de cultivo en los tres casos fluctúan de 2 a 3. El AT es el único que no posee riego. Para la adquisición de semillas los agricultores recurren a diferentes modalidades, destacando que el AC es el único que solo recurre a la compra de este insumo. Los tres casos poseen instalaciones básicas (casa, energía eléctrica, y agua potable), carecen de servicio de alcantarillado y cuentan con buenas vías de acceso. Un rasgo relevante es el destino de la producción, los AO y AT producen para la venta y el autoconsumo, solo el AC destina su producción totalmente para la venta. Los motivos para la elección de las propuestas técnicas de manejo de las UPAs, según entrevistas, obedecen a recursos económicos a invertir, cercanía a los mercados, información sobre insumos, educación y motivaciones filosóficas de vida [17].

Rasgos sociales y económicos	AO	AT	AC
Tiempo permanencia (años)	8	11	20
Edad familia	60-55; 15-11-9	37 - 35; 11-5	39 - 38; 19-10
Tenencia tierra	Propia	Propia	Propia
Tamaño UPA (has)	20	2,36	6
Tierra cultivada	4	2,36	6
Ciclos de cultivo/año	3	2	3
Riego	SI	NO	SI
Origen semillas	C- I – P	C - I – P	C
Instalaciones	CA, EE, AP	CA, EE, AP	CA, EE, AP
Vías de acceso	B	B	B
Distancia a los mercados	16 Km	21 Km	2 Km
Destino de la producción	V – A	V –A	V

C= compra I= intercambio P= producción propia
 CA= casa EE= energía eléctrica AC= alcantarillado AP= agua potable
 B= buenas R= regulares M= malas
 V= venta A= autoconsumo

Tabla 1. Rasgos sociales y económicos de los agroecosistemas.

Caracterización del uso del agua en la agricultura

Agroecosistema Orgánico

Los cultivos se riegan con agua subterránea, la misma que se extrae mediante el uso de energía solar; para ello se ha implementado un ingenioso sistema compuesto por paneles solares, un molino de viento, pozos de captación, bombas de succión, tanque reservorio, tuberías y mangueras de conducción. Figura 1 y 2. El riego se lo hace por inundación en cada surco sin dejar correr el agua (evita la erosión) y mediante un procedimiento de alternación de mangueras. El sistema funciona de acuerdo a la intensidad de la radiación solar y actualmente logra abastecer de agua suficiente para la agricultura.



Figura 1. Paneles solares para extracción de agua. Fotografía: Edwin Chancusig.



Figura 2. Pozo para captación de agua subterránea. Fotografía: Edwin Chancusig.

Agroecosistema tradicional

En el agroecosistema tradicional, las labores agrícolas se realizan en función de los meses de lluvia, siendo el período de octubre a mayo los de mayor intensidad; mientras que los meses de junio a septiembre (meses secos y fríos) son considerados períodos de cosecha, descanso y abonamiento de la tierra. Ante la presencia de lluvias intermitentes, la familia recolecta agua en tanques plásticos para el cultivo de hortalizas en el huerto familiar.



Figura 3. Tanque de recolección de agua lluvia (AT). Fotografía: Edwin Chancusig.

Agroecosistema convencional

Las parcelas cuentan con agua de riego, ésta proviene de una fuente ubicada en la parte alta de la microcuenca hidrográfica. El sistema consiste en un canal principal con revestimiento de concreto y sus ramales extendidos hacia las parcelas; el riego se realiza a través de surcos, por gravedad (basada en la gradiente del terreno). Figura 4. El sistema funciona de acuerdo a la cantidad de lluvias y la acumulación de sedimentos. El acceso al agua es constante y se distribuye en función de las necesidades de cada agricultor, y por turnos.



Figura 4. Riego por gravedad, en surcos en hortalizas. Fotografía: Edwin Chancusig.

Calidad del agua

Agroecosistema orgánico

Los resultados del análisis de agua para riego del A0 (Figuras 5 y 6), se resumen en la Tabla 2.



Figura 5. Punto de entrada de agua de riego (A0). Fotografía: Edwin Chancusig.



Figura 6. Riego por inundación en hortalizas. Finca El Molino, Guano (AO).
Fotografía: Edwin Chancusig.

Se encontró un valor de pH de 7,32; según las guías TULSMA, este valor no presenta ningún grado de restricción en cuanto a calidad de agua para riego; además el valor reportado en los análisis está dentro del rango de valores permisibles (6 - 9) en cuanto a calidad de agua para uso pecuario. La OMS (2006), señala que, aunque el pH no afecta directamente a los consumidores, es uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua. El agua con pH elevado puede limitar la producción de algunos frutales y plantas, la magnitud del efecto depende del contenido de bicarbonatos en el agua, la cantidad del agua aplicada, la capacidad buffer del suelo y la sensibilidad de la planta referida. La disponibilidad de los micronutrientes puede ser severamente reducida por pH elevados del suelo y del agua de riego.

La presencia de Coliformes Totales y Coliformes Fecales (organismos patógenos) provocan impactos negativos en seres humanos y animales; los valores de 1200 UFC/100 mL y <1 UFC/100 mL, se encuentran dentro de los rangos permisibles en base a las guías de calidad de agua para uso agrícola y pecuario según el TULSMA, con lo que se puede afirmar que el agua usada para las actividades agropecuarias en esta finca, es bacteriológicamente segura.

En cuanto a la presencia de Nitratos y Nitritos, los valores de 7,3 mg/L y de <0,04 mg/L respectivamente, no presentan restricción alguna para su uso en riego y además cumplen con los criterios de calidad para aguas de uso pecuario,

según el TULSMA. Este parámetro es básico en la evaluación de aguas subterráneas de acuíferos poco profundos o no confinados (es el caso del agroecosistema orgánico), dado que pueden estar expuestos a contaminación por las descargas o filtraciones asociadas a las prácticas agropecuarias (por ejemplo nitratos), las redes de saneamiento y alcantarillado locales (agentes patógenos y nitratos). La presencia de nitratos y nitritos en el agua se ha asociado con la metahemoglobinemia [16].

El resultado para Sólidos Disueltos Totales (SDT) es de 482 mg/L, valor que se encuentra dentro del rango correspondiente a “ningún grado de restricción” en la guía de calidad de agua para riego, con un valor máximo permisible de 3000 mg/L para aguas de uso agrícola TULSMA. Se puede asegurar entonces, que el agua de la finca es segura en cuanto a la presencia de SDT. Aunque no se dispone de datos fiables sobre posibles efectos para la salud asociados a la ingestión de SDT presentes en el agua, según World Health Organization 2006 [16], la palatabilidad del agua con concentraciones de SDT menor que 600 mg/l suele considerarse buena, pero a concentraciones mayores que aproximadamente 1000 mg/l la palatabilidad del agua disminuye significativa y progresivamente.

Respecto a la Salinidad, se reporta un valor de 0,5 partes de impurezas por mil partes de agua (ppt); un resultado de concentración de sales menor a 77 g/l (1% es equivalente a 10 g de sal en 1 litro de agua) se considera “buena” calidad del agua de riego Vega y Muñoz Cobo, 2005, citados por Ruiz en (Sandra Garcés Jaramillo 2010) [14]. Uno de los principales problemas ambientales que se enfrenta hoy en día debido a la agricultura es la salinización del suelo, debido a la presencia de fertilizantes. La acumulación de sales en el suelo es inevitable en la mayor parte de sistemas de riego, por tal razón el monitoreo de éste parámetro al igual que un adecuado drenaje, son indispensables (Gliessman, 2002; citado por Garcés 2010) [14]. Los cálculos de salinidad son además una forma de medir indirectamente la presencia de fertilizantes.

Los resultados de los análisis de la calidad del agua de la Finca “El Molino”, indican que el agua es de “excelente calidad”, apta para el uso en riego y actividades agropecuarias.

Parámetros	Unidad	Resultado	Grado de restricción. TULSMA	Valores máximos permisibles. TULSMA
Potencial de Hidrógeno	---	7,32	Ninguno (rango normal: 6,5 - 8,4). Tabla 7	6 – 9. Tabla 8
Coliformes totales	UFC/100 mL	1200	---	Promedio mensual menor a 5000 nmp/100 mL. Tabla 8 1000 nmp/100 mL. Tabla 6.
Coliformes fecales	UFC/100 mL	<1	---	Menor a 1000 nmp por cada 100 mL). Tabla 8
Nitratos	mg/L	7,3	Ninguno (rango 5 – 29). Tabla 7	Nitratos + nitritos 10,0 mg/L. Tabla 8
Nitritos	mg/L	<0,04	---	1,0 mg/L. Tabla 8
Sólidos disueltos totales	mg/L	482	Ninguno (rango 450 – 1999). Tabla 7	3000 mg/L. Tabla 6
Salinidad*	ppt	0,5	---	---

Tabla 2. Resultados analíticos en muestra de agua de riego utilizado para actividades agropecuarias. Finca “El Molino” (AO). Cantón Guano, provincia de Chimborazo, Ecuador, 2011. ppt= partes de impureza por mil partes de agua, UFC= unidades formadoras de colonias, nmp= número más probable. Fuente: Análisis de agua de riego. Finca El Molino. Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección, Lab – CESTTA. ESPOCH. 2011.

Agroecosistema tradicional

En la Tabla 3 se detallan los parámetros analizados en el AT. El valor del pH es de 6,38, parámetro muy cercano al rango de Ninguna restricción (6,5 – 8,4) según el TULSMA, y que se encuentra en la escala de valores permisibles (6 -9) de calidad de agua de para uso pecuario. El valor del pH incide en la producción de algunos cultivos de acuerdo a sus requerimientos, y en interacción con otros factores puede afectar la disponibilidad de nutrientes.

En cuanto al parámetro Coliformes Totales y Coliformes Fecales (organismos patógenos); los valores de 800 UFC/100 mL y <1 UFC/100 mL, se ubican en los rangos de valores permisibles establecidos en las guías de calidad de agua para

uso agrícola y pecuario según el TULSMA. Es agua bacteriológicamente segura para el uso en riego y uso pecuario.

Los valores de 2,1 mg/L para Nitratos y de <0,04 mg/L para Nitritos, se encuentran muy por debajo de los valores límites considerados como criterios de calidad para aguas de uso agrícola y pecuario según el TULSMA; esto debido al origen del agua (lluvia), ya que no ha sido expuesta a la contaminación por descargas o filtraciones de origen agropecuario y/o redes de saneamiento y alcantarillado.

Para Sólidos Disueltos Totales (SDT) el valor es de <50 mg/L, sin “ningún grado de restricción”; según TULSMA. Para Salinidad el valor es de <0,1m considerado insignificante.

En general, el agua que se usa en el AT es de “excelente calidad” y por lo tanto apta para el uso en los diferentes ciclos productivos.

Parámetros	Unidad	Resultado	Grado de restricción. TULSMA	Valores máximos permisibles. TULSMA
Potencial de Hidrógeno	---	6,38	Cercano a Ninguno (rango normal: 6,5 – 8,4). Tabla 7	6 – 9. Tabla 8
Coliformes totales	UFC/100 mL	800	---	Promedio mensual menor a: 5000 nmp/100 mL. Tabla 8. 1000 nmp/100 mL. Tabla 6.
Coliformes fecales	UFC/100 mL	<1	---	Menor a 1000 nmp por cada 100 mL). Tabla 8
Nitratos	mg/L	2,1	Ninguno (rango 5 – 29). Tabla 7	Nitratos + nitritos 10,0 mg/L. Tabla 8
Nitritos	mg/L	<0,04	---	1,0 mg/L. Tabla 8
Sólidos disueltos totales	mg/L	<50	Ninguno (rango 450 – 1999). Tabla 7	3000 mg/L. Tabla 6
Salinidad*	ppt	< 0,1	---	---

Tabla 3. Resultados analíticos en muestra de agua de riego utilizado para actividades agropecuarias en la Finca “Dos Hermanos” (AT). Cantón Guamote, provincia de Chimborazo, Ecuador, 2011. ppt = partes de impureza por mil partes de agua. UFC = unidades formadoras de colonias. nmp = número más probable. Fuente: Análisis de agua de riego. Finca Dos Hermanos. Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección, Lab – CESTTA. ESPOCH. 2011.

Agroecosistema convencional



Figura 7. Canal de agua de agua para riego, AC. Fotografía: Edwin Chancusig.

En la Tabla 4 se detalla los resultados del análisis de agua de riego (Figura 7) del AC. Se encontró un valor de pH de 7,56, este valor se encuentra dentro del rango de valores permisibles (6-9) para el uso pecuario, y no presenta grado de restricción alguno en la calidad de agua para riego, según el TULSMA.

En el análisis de los organismos patógenos Coliformes Totales y Coliformes Fecales se reporta un valor mayor que 1000 000 UFC/100 mL, superando los valores límites permisibles establecidos en el TULSMA. El grupo coliforme es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, por lo que se utiliza como indicador de contaminación fecal en agua. Conforme mayor sea el número de coliformes en agua, mayor será la probabilidad de estar frente a una contaminación reciente. Cuando los coliformes llegan a los alimentos, no sólo sobreviven, sino que se multiplican, por lo que en los alimentos el grupo coliforme adquiere un significado distinto al que recibe en el agua. Almeida en 2003 en (Foro de los Recursos Hídricos 2003) al referirse a las enfermedades causadas por contaminación biológica, menciona que los organismos patógenos Salmonella (1700 tipos), Shigela (4spp), Enteropatógena, Escherichia coli (Coliformes) causan las siguientes enfermedades: Tifoidea, Paratifoidea, Salmonelosis, Disentería bacilar, gastroenteritis. “Pueden también existir varios tipos de virus patógenos, en especial el que produce la hepatitis”. (Sastriques y Gallego 2007). No debe ser empleada en el riego este tipo de agua mientras no se asegure su inocuidad. Las aguas contaminadas son capaces además

de transferir olores y sabores desagradables a los cultivos, reduciendo las posibilidades de consumo.(Sastriques y Gallego 2007). Por tanto, el agua usada para actividades agropecuarias en la Finca San Luis no es bacteriológicamente segura, presentando riesgos para la salud de productores y consumidores de hortalizas.

Los valores para Nitratos y Nitritos son de 12,2 mg/L y de 0,160 mg/L respectivamente. Para Nitritos que puede ser un indicador de contaminación fecal a medio – corto plazo, no se supera los valores permisibles establecidos en TULSMA. Para Nitratos, considerados indicadores de contaminación fecal a largo plazo y de residuos de abonos agrícolas, se supera los valores máximos permisibles. Bajo este parámetro el agua del canal de riego de la Finca San Luis, no es segura para la producción de alimentos. El deterioro del agua por nitratos podría repercutir en la salud de comunidades en el corto, mediano y largo plazo. Un estudio publicado por el núcleo de estudios para la salud colectiva de la Universidad Federal del Río de Janeiro hace referencia a la metahemoglobinemia como una de las enfermedades asociadas a la ingestión de aguas con alto contenido de nitratos (Ortiz 2009).

En Sólidos Disueltos Totales (SDT) el valor es de 174 mg/L, valor que se encuentra dentro del rango correspondiente a “ningún grado de restricción” en la guía de la calidad de agua para riego, con un valor máximo permisible es de 3000 mg/L para aguas de uso agrícola, según el TULSMA. En Salinidad, se presenta un valor de 0,2 partes de impurezas por mil partes de agua (ppt); aun cuando no se establecen valores de referencia en el TULSMA, se considera que, al ubicarse en una concentración de sales menor a 77 g/L, cumple los requerimientos para salinidad.

En general, se establece que el agua de riego en la Finca San Luis -en base a los resultados analíticos- es de “mala calidad”, por superar los valores permisibles en nitritos, coliformes fecales y coliformes totales, por tanto, no es apta para el uso en riego y actividades agropecuarias.

Parámetros	Unidad	Resultado	Grado de restricción. TULSMA	Valores máximos permisibles. TULSMA
Potencial de Hidrógeno	---	7,56	Ninguno (rango normal: 6,5 - 8,4). Tabla 7	6 – 9. Tabla 8
Coliformes totales	UFC/100 mL	>1x10 ⁶	---	Promedio mensual menor a 5000 nmp/100 mL. Tabla 8 1000 nmp/100 mL. Tabla 6.
Coliformes fecales	UFC/100 mL	>1x10 ⁶	---	Menor a 1000 nmp por cada 100 mL). Tabla 8
Nitratos	mg/L	12,2	Ninguno (rango 5 – 29). Tabla 7	Nitratos + nitritos 10,0 mg/L. Tabla 8
Nitritos	mg/L	0,160	---	1,0 mg/L. Tabla 8
Sólidos disueltos totales	mg/L	174	Ninguno (rango 450 – 1999). Tabla 7	3000 mg/L. Tabla 6
Salinidad	ppt	0,2	---	---

Tabla 4. Resultados analíticos en muestra de agua de riego utilizado para actividades agropecuarias. Finca “San Luis” (AC), cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador, 2011. ppt = partes de impureza por mil partes de agua, UFC = unidades formadoras de colonias, nmp= número más probable. Fuente: Análisis de agua de riego. Finca San Luis. Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección, Lab – CESTTA. ESPOCH. 2011.

Comparación de Indicadores de calidad del agua en agroecosistemas

En cuanto a la calidad del agua, en los AO y AT, el agua cumple con los parámetros del TULSMA, y por lo tanto es apta para uso agropecuario; no así sucede para el AC, en el que definitivamente el agua no es apta para el uso. Tabla 5.

Indicador o Criterio Ambiental		AO	AT	AC
Prácticas utilizadas		Orgánicas	Tradicionales	Convencionales
Calidad del agua		Apta	Apta	No apta
	Coliformes totales Según TULSMA	No supera límites	No supera Límites	Supera límites en: Coliformes totales: $>1 \times 10^6$ UFC/100 mL*
	Nitratos Según TULSMA	No supera límites	No supera límites	Supera límites en: Nitratos: 12,2 mg/L

Tabla 5. Comparación de la calidad del agua en tres agroecosistemas. *UFC/100 ml Unidades formadoras de colonia por cada 100 ml. Elaborado por: Doris Guilcamaigua.

Análisis de los resultados

Los tres agroecosistemas mantienen diferencias notables por cuanto difieren en sus propuestas técnicas de manejo, que obedecen a condicionamientos que provienen de esferas macro, como la distribución de recursos tierra y agua, las políticas que promueven la agricultura convencional y el agronegocio, entre otras. En un segundo nivel se puede inferir que los modos de vida de los colectivos agrarios supeditados a esos contextos macro, toman decisiones en cuanto a la elección del conjunto de técnicas obedeciendo a factores de tipo socioeconómico (inversión en la UPA, cercanía a los mercados, acceso a información, destino de la producción) y filosófico (elección entre ganancias económicas y provisión de alimentos sanos para la familia). En el AC el agricultor destina el 100 % de la producción para la venta en el mercado, mientras que en los AO y AT los productos generados se destinan al autoconsumo y para la venta [17].

Estas decisiones direccionan las formas de intervención en los espacios rurales, afectando y mostrando diferencialmente expresiones en los ecosistemas: a) sin provocar cambios en su estructura, b) desorganizándolos, o c) implementando una lógica industrial y por tanto desequilibrándolos. Así, en

este caso es evidente la adopción de tres formas de intervenir en los ecosistemas: tradicional, orgánico y convencional, cada una con diferentes gradaciones en cuanto a los cambios que generan en la estructura de los ecosistemas. Con respecto al agua, como elemento vital del agroecosistema, estas formas de intervención se manifiestan en su calidad. El agua que se utiliza en los ciclos de producción de los agroecosistemas orgánico y tradicional son consideradas aptas para el uso agropecuario, pues cumplen con los parámetros establecidos en el TULSMA y con los criterios de la OMS; cabe mencionar que en el primer caso se trata de agua subterránea y en el segundo caso es agua proveniente de precipitaciones. Sin embargo, en el caso del AO la sostenibilidad ambiental y económica del agua de riego proveniente de acuíferos subterráneos requieren de análisis y monitoreo periódicos que den cuenta de las posibles afectaciones en su calidad y los efectos en la salud del complejo suelo -planta.[19]

El agua utilizada en el agroecosistema convencional definitivamente no es apta para el uso agropecuario -al menos no sin el respectivo tratamiento- pues supera los niveles permisibles en cuanto a coliformes totales, coliformes fecales y nitratos. Este resultado podría deberse a que el canal de riego recorre grandes distancias antes de llegar al sitio en estudio; en el trayecto recorrido por el canal, el agua es utilizada como abrevadero de animales, depósito de algunos desechos y para el riego en agricultura bajo la lógica de producción convencional. Se observa además que el sistema agrario circundante sigue la lógica de producción convencional de hortalizas orientada al mercado.

No obstante, de los datos puntuales reportados en el presente estudio, los resultados permiten establecer un cuestionamiento a las dinámicas productivas agrarias preponderantes en el contexto local y en el contexto nacional. Los criterios productivistas y economicistas que priman en las decisiones en el campo de la agricultura, favorecen la expansión de modelos malsanos, que están comprometiendo la salud de los ecosistemas y de la población.

Las alternativas que surgen en torno a esta problemática merecen mayor atención, proyectándose a la transición de los sistemas convencionales, su escalamiento y territorialización. Las alternativas locales provenientes de un acumulado de saberes en el manejo de los agroecosistemas y el agua, constituyen remanentes

con potenciales posibilidades para entablar el diálogo de saberes en aras de reconstituir la agricultura, soberana, solidaria, sustentable y biosegura.

Conclusiones

Los tres agroecosistemas en estudio (orgánico, tradicional y convencional) geográficamente situados en la provincia de Chimborazo, son producto de una determinación social en el que confluyen procesos ecológicos, socioeconómicos, culturales e históricos. Estos procesos condicionan los modos de vida de las familias agricultoras, las mismas que adoptan diferentes formas de apropiación de los espacios rurales y de los ecosistemas -desde la perspectiva del metabolismo social- y en ellas diferentes lógicas de producción y orientación, en el que confluyen variables que incluyen: prácticas agrícolas conocidas, interacción con actores del lugar, disponibilidad de medios de producción, condiciones climáticas y objetivos de la producción (consumo familiar y/o negocio).

El uso y manejo del agua de riego en los agroecosistemas estudiados, tienen relación con las lógicas y orientaciones de los sistemas productivos estudiados y la realidad circundante, la disponibilidad de fuentes de agua e infraestructura de sistemas de riego. La calidad del agua tiene a su vez relación con el origen de la fuente, así como con las tecnologías agropecuarias en uso.

Los resultados químicos obtenidos muestran: valores de pH para los tres agroecosistemas en rangos considerados normales (6.5 a 8.4). En coliformes totales y coliformes fecales los AO y AT con valores de UFC/100 mL menores a 1 se consideran permisibles, frente al AC en el que se sobrepasa los límites con un valor mayor a 1×10^6 UFC/100 mL. En Nitratos AO y el AT con valores menores a 0,04 mg/L en los dos casos no superan los límites, frente al AC en el que el valor es de 12,2 mg/L. Para Nitritos en ningún caso se exceden los límites, sus valores son de <0,04, <0,04 y 0,160 mg/L para AO, AT y AC respectivamente. Para el AO, el AT y el AC los valores en sólidos disueltos totales: 482, <50 y 174 mg/L respectivamente corresponden a valores que se encuentran en los rangos permisibles. En el mismo orden los valores para salinidad: 0,5 < 0,1 y 0,2 Ppt se consideran normales.

Las prácticas de la agricultura convencional generan impactos negativos en el ambiente en general y de forma particular en la calidad del agua. La superación en valores de los límites permisibles en cuanto a Coliformes y Nitratos, en el agroecosistema en el que su uso es intensivo, podrían dar cuenta del uso excesivo de insumos químicos, la práctica del monocultivo, el inadecuado manejo del canal de riego (se deberá profundizar la investigación y establecer relaciones con un número mayor de casos) y de los desequilibrios propios de una zona cuya orientación neta es el abastecimiento constante al mercado interno de hortalizas.

Los tratamientos viables de descontaminación en el agroecosistema convencional pasan por la implementación de un período de transición en el que los insumos agrícolas de origen sintético vayan siendo reemplazados por insumos asociados a fuentes vegetales y microbiológicas. Para el caso específico de mitigación de la contaminación por nitratos, se puede recurrir a la introducción de especies de vegetales leguminosas y hongos micorriza, que aunque no fijan directamente nitrógeno, proporcionan azúcares a las bacterias encargadas de fijar nitrógeno y llevarlo a la planta; con esta opción se apuntalaría a cerrar el ciclo del N, reduciendo la nitrificación, desnitrificación, volatilización y lixiviado. Aportaría también la integración entre agricultura y ganadería (el abono como fuente de elementos nutritivos), y una mayor diversificación de especies en las fincas o UPAs. La descontaminación por coliformes fecales y totales, pasa por la implementación de una estrategia de reorganización de la microcuenca circundante al agroecosistema, estableciendo normativización de uso y manejo de caudales de agua, majeo de pastos, abrevadero de animales, áreas de excreción y manejo integral de residuos. A nivel localizado, se puede recurrir a filtros descontaminantes en el punto de ingreso de agua de riego; para esto puede recurrir a las opciones de filtros de índole físico - químico.

La propuesta agroecológica campesina local podría aportar con principios en torno a prácticas de generación de insumos para la nutrición de cultivos (prácticas de asociación, rotación, coberturas vegetales, transformación de residuos vegetales, entre otras). La exploración de fuentes subterráneas de agua como alternativa usada en el agroecosistema orgánico es una de las opciones extremas ante la contaminación circundante en un territorio dotado de fuentes

constantes de agua. Sin embargo, no se garantiza que los niveles freáticos de agua no se encuentren en peligro de ser contaminadas.

Es urgente trabajar en la transformación del modelo agrario predominante en Ecuador; los evidentes impactos sobre los ecosistemas y en ellos el agua, denotan la poca viabilidad del sentido y contenido de las propuestas basadas en las variables económicas ligadas a la productividad en el corto plazo. El abordar una mutación del modelo inhiere el no postergar la discusión sobre el acceso a los recursos productivos desde las poblaciones campesinas, pero, además, el considerar la vigencia de las prácticas y los saberes desde los pueblos para el reconstruir una agricultura para la vida, una agricultura soberana, solidaria, sustentable y biosegura.

Agradecimientos

A las comunidades campesinas e indígenas que generosamente participaron en el presente estudio.

Referencias

- [1] Seufert, Verena, Navin Ramankutty, y Jonathan A. Foley. 2012. «Comparing the yields of organic and conventional agriculture». *Nature* 485(7397): 229-32.
- [2] Foro de los recursos hídricos, ed. 2008. *El despojo del agua y la necesidad de una transformación urgente*. Quito: Foro de los recursos hídricos.
- [3] Barreda Andrés. «La subordinación formal y real del consumo del agua (Mecanismos directos, indirectos y contradictorios del sometimiento, despojo, mercantificación y privatización del agua por parte del capitalismo neoliberal).»
- [4] Rubio, Blanca, Florencia Campana Altuna, y Fernando Larrea. 2008. *Formas de explotación y condiciones de reproducción de las economías campesinas en el Ecuador*. 1. ed. Quito: Ediciones Tierra : Fundación Heifer Ecuador.

-
- [5] Hamuda Hosam, Patkó István. 2010. «“Relationship between Environmental Impacts and Modern Agriculture”. Óbuda University - Bulletin. Vol. 1: 87 - 98.» http://uni-obuda.hu/e-bulletin/Hamuda_Patko_1.pdf (16 de julio de 2016).
- [6] Breilh, Jaime. 2012. «Principios y estrategias para las 4 “S” de una agricultura para la vida: perspectiva desde el derecho a la vida y la salud integral». <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/3616> (18 de septiembre de 2017).
- [7] Schmidt, Alfred. 1976. El concepto de naturaleza en Marx. Primera. Madrid: Siglo XXI de España.
- [8] Toledo, Víctor M. 2013. «El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica». Relaciones. Estudios de historia y sociedad 34(136): 41-71.
- [9] Toledo, Víctor Manuel, y Narciso Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales.
- [10] Córdova Vargas C, León Sicard T. 2013. «“Resilencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática” Agroecología 8 (1). p. 21-32.» <https://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/36438/1/Resilencia%20de%20sistemas%20agr%C3%ADcolas%20ecol%C3%B3gicos%20y%20convencionales%20frente%20a%20la%20variabilidad%20clim%C3%A1tica.....pdf> (16 de julio de 2016).
- [11] Sánchez Escudero, Julio; García Cué, José Luis; Muratalla Lúa, Alfonso; Jiménez Velázquez, Mercedes A.; Pérez Botho, Bonifacio. 2015. «Agricultura tradicional en El Botho, Alto Mezquital, estado de Hidalgo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6: 1215-1227.» http://www.redalyc.org/pdf/2631/Resumenes/Resumen_263140688006_1.pdf (17 de julio de 2016).
- [12] Gortaire, Roberto Gortaire. 2017. «Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros, y desafíos». Antropología Cuadernos de investigación (17): 12-38.

[13] Altieri, Miguel. 1999. «"Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan - Comunidad. 1999. 325 p. ISBN(Nordan):9974-42-052-0».

<http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/75868/1/libro-agroecologia-miguel-altieri.pdf> (17 de julio de 2016).

[14] Sandra Garcés Jaramillo. 2010. «Bienestar y Sustentabilidad en el medio rural: Análisis de tres agroecosistemas (uno agroecológico, uno convencional y uno mixto) en Carchio y Esmeraldas a través de indicadores multidimensionales». FLACSO.

[15] Gómez, Juan José Castellón, Roberto Bernal Muñoz, y María de Lourdes Hernández Rodríguez. 2015. «Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala». Ingeniería 19(1): 39-50.

[16] World Health Organization. 2006. Guidelines for Drinking-Water Quality: First Addendum to the Third Edition, Volume 1 : Recommendations. Geneva: WHO.

[17] Guilcamaigua, Doris Guilcamaigua, y Edwin Chancusig. 2017. «Comparación de indicadores ambientales en tres casos de agricultura: tradicional, orgánica y convencional». Antropología Cuadernos de investigación (17). <http://cuadernosdeantropologia-puce.edu.ec/index.php/antropologia/article/view/90> (29 de octubre de 2017).

[18] Ruíz R., L.M. Oregui. «El enfoque sistémico en el análisis de la producción animal: revisión bibliográfica. Invest. Agr.:Prod.Sanid.Animal.Vol.16 (1), 2001.» http://www.inia.es/gcontrec/pub/ruiz_1161096418109.pdf (23 de julio de 2016).

[19] Alfonso, José Ramón Cabrera et al. 2015. «Distribución espacial de la calidad de las aguas subterráneas utilizadas para el riego». Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 24(3): 13-21.